PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Būro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7:

A61F 2/14

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 00/67676**

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

16. November 2000 (16.11.00)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP00/03962

(22) Internationales Anmeldedatum:

3. Mai 2000 (03.05.00)

(30) Prioritätsdaten:

199 21 398.4 199 31 083.1 7. Mai 1999 (07.05.99)

6. Juli 1999 (06.07.99)

DF

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): EBER-HARD-KARLS-UNIVERSITÄT TÜBINGEN UNIVER-SITÄTSKLINIKUM [DE/DE]; Geissweg 3, D-72076 Tübingen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NISCH, Wilfried [DE/DE]; Bismarckstrasse 20, D-72072 Tübingen (DE). STETT, Alfred [DE/DE]; Matheus-Wagner-Strasse 43/4, D-72770 Reutlingen (DE). SCHUBERT, Markus [DE/DE]; Pfaffenwaldring 47, D-78569 Stuttgart (DE). GRAF, Michael [DE/DE]; Primelweg 9, D-71229 Leonberg (DE). GRAF, Heinz, Gerhard [DE/DE]; Im Dobel 10, D-71106 Magstadt (DE). HÄMMERLE, Hugo [DE/DE]; Brühlhof 2, D-72072 Tübingen (DE). ZRENNER, Eberhart [DE/DE]; Jasminweg 23, D-72076 Tübingen (DE). STELZLE, Martin [DE/DE]; Rosnetstrasse 20/6, D-72766 Reutlingen (DE). SACHS, H. [DE/DE]; Franz-Josef-Strauß-Allee 11, D-93053 Regensburg (DE).

(74) Anwälte: GAHLERT, Stefan usw.; Witte, Weller & Partner, Postfach 105462, D-70047 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

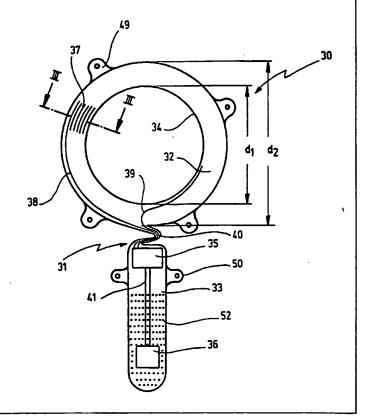
- (54) Title: RETINA IMPLANT AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME
- (54) Bezeichnung: RETINA-IMPLANTAT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES SOLCHEN

(57) Abstract

The invention relates to a retina implant (30) and a method for producing the same. The inventive retina implant comprises a chip (36) for subretinal implantation and has a receiver coil (37). Said receiver coil is provided for inductively inducing electromagnetic energy and is coupled to a converter device (35) for converting an alternating voltage induced in the receiver coil (37) into a direct voltage that is appropriate for supplying current to the chip (36). The receiver coil (37) is configured and dimensioned to be placed and positioned on the eyeball (10) outside of the sclera (12). The converter device (35) is preferably constructed as a separate unit which can be positioned on the sclera (12) outside of the eyeball (10).

(57) Zusammenfassung

Es werden ein Retina-Implantat (30) und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen angegeben, mit einem Chip (36) zur subretinalen Implantation, Empfänger-Spule (37) zur induktiven Einkopplung von elektromagnetischer Energie, die mit einer Wandlereinrichtung (35) zur Umwandlung einer in der Empfänger-Spule (37) induzierten Wechselspannung in eine zur Stromversorgung des Chips (36) geeignete Gleichspannung gekoppelt ist, wobei die Empfänger-Spule (37) zur Aufnahme und Positionierung außerhalb der Sclera (12) auf dem Augapfel (10) ausgebildet und dimensioniert ist und die Wandlereinrichtung (35) vorzugsweise als separate Einheit ausgebildet ist, die gleichfalls außerhalb des Augapfels (10) auf der Sclera positioniert werden kann.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
	Armenien	Fl	Finnland	LT ·	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
ВВ	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien ·	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH .	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	zw	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumānien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE 1	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

WO 00/67676 PCT/EP00/03962

Retina-Implantat und Verfahren zur Herstellung eines solchen

Die Erfindung betrifft ein Retina-Implantat mit einem Chip zur subretinalen Implantation, mit einer Empfänger-Spule zur induktiven Einkopplung von elektromagnetischer Energie, die mit einer Wandlereinrichtung zur Umwandlung einer in der Empfänger-Spule induzierten Wechselspannung in eine zur Stromversorgung des Chips geeignete Gleichspannung gekoppelt ist.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Retina-Implantats.

Ein derartiges Implantat ist grundsätzlich bekannt.

In jüngster Zeit werden Retina-Implantate entwickelt, die zur Behandlung von Patienten vorgesehen sind, deren Sehvermögen vollständig oder teilweise durch Retina-bedingte Defekte verlorgengegangen ist. Im Prinzip soll hierzu ein lichtempfindlicher Chip in den subretinalen Raum unterhalb der Retina implantiert werden, der eine Vielzahl von Pixelelementen besitzt, über den ein auf die Retina durch die noch intakte Linse des Auges projiziertes Bild aufgenommen, in elektrische Signale umgesetzt werden soll und über eine Vielzahl von Stimulationselektroden in elektrische Stimuli für die an dem Chip anliegenden Zellen der Retina umgesetzt werden sollen, um so das Sehvermögen des erblindeten oder teilweise erblindeten Patienten wiederherzustellen bzw. zu verbessern.

Aus der US-A-4 628 933 ist ein Retina-Implantat bekannt, das jedoch nicht zur subretinalen Implantation sondern zur epiretinalen Implantation bestimmt ist, d.h. der lichtempfindliche Chip soll nicht in den subretinalen Raum sondern unmittelbar auf die Oberfläche der Retina implantiert werden. Die Stimulationselektroden sind demzufolge nicht an der der Linse zugewandten Seite des Chips sondern an dessen Rückseite vorgesehen.

Es hat sich gezeigt, daß sowohl bei den subretinalen Implantaten als auch bei den epiretinalen Implantaten die Zufuhr von externer Energie notwendig ist, um die aufgenommenen Lichtsignale aktiv verstärken zu können und in Stimulationssignale für die anliegenden Zellen umsetzen zu können.

3

Bierzu wird gemäß der US-A-4 628 933 vorgeschlagen, mittels elektromagnetischer Induktion Energie auf das Implantat zu übertragen. Bierzu ist eine Empfänger-Spule um den Umfang des Implantat-Chips gewickelt, mittels derer BF-Energie, die von einer externen, beispielsweise an einem geeigneten Brillengestell befindlichen Energiequelle abgegeben wird, aufgenommen und in elektrische Energie zum Betrieb des Chips umgesetzt wird.

Da eine derartige Spule jedoch mit einer ausreichenden Windungszahl versehen sein muß, einen erheblichen Spulendurchmesser für die effektive Einkopplung der Hochfrequenzenergie aufweisen muß und geeignete Einrichtungen zur Gleichrichtung und Glättung der induzierten Wechselspannung vorgesehen sein müssen, wäre ein derartiger Chip zur Implantation in das menschliche Auge wegen seiner erheblichen Größe kaum geeignet.

Aus diesem Grunde wurden in jüngster Zeit subretinale Implantate entwickelt, die nicht über die HF-Einkopplung von elektromagnetischer Energie, sondern mittels unsichtbarer Infrarotstrahlung mit Energie versorgt werden, die von einer geeigneten photovoltaischen Schicht in elektrische Energie umgesetzt wird.

Ein derartiges subretinales Implantat ist beispielsweise aus der WO 98/17343 bekannt.

Als nachteilig wird hierbei jedoch angesehen, daß zum Betrieb des Implantats ständig Infrarotstrahlung in das Auge eingestrahlt werden muß.

4

Die Aufgabe der Erfindung besteht demnach darin, ein verbessertes Retina-Implantat anzugeben, das über induktive Einkopplung von elektromagnetischer Energie versorgt wird und das auf möglichst einfache Weise ohne die Gefahr von Komplikationen in den subretinalen Raum implantiert werden kann.

Ferner soll ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Retina-Implantats angegeben werden.

Diese Aufgabe wird bei einem Retina-Implantat gemäß der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Empfänger-Spule zur Aufnahme und Positionierung außerhalb der Sclera auf dem Augapfel ausgebildet ist.

Auf diese Weise wird es ermöglicht, eine ausreichend dimensionierte Empfänger-Spule zu verwenden, die außerhalb des Augapfels angeordnet wird und in vorteilhafter Weise durch ein
Operationsverfahren eingesetzt werden kann, bei dem es vermieden wird, das Implantat durch den Glaskörper des Auges hindurchzuführen.

Da die Empfänger-Spule außerhalb des Auges auf der Sclera fixiert wird, kann der Chip, der in den subretinalen Raum implantiert werden soll, in geeigneter Weise dimensioniert werden, die zur Implantation in den subretinalen Raum besonders vorteilhaft ist. Dagegen kann die Empfänger-Spule mit einem ausreichend großen Querschnitt und einer ausreichend hohen Windungszahl versehen werden, ohne daß hiermit nachteilige Einflüsse verbunden sind.

In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung sind die Empfänger-Spule, der Chip, sowie zum Chip führende Zuleitungen in einem flachen Kunststoffkörper aufgenommen.

Hierdurch wird eine kompakte Ausführung ermöglicht und eine komplikationsarme Implantation durch eine Sclerainzision an der Seite im Bereich des Äquators des Auges ermöglicht, durch die das Ende des flachen Kunststoffkörpers, in dem sich der Chip befindet, in den subretinalen Raum eingebracht werden kann. Das Operationsverfahren, das hierbei verwendet wird, ähnelt teilweise dem in der DE 197 41 487 Al beschriebenen Operationsverfahren.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Wandlereinrichtung als vom Chip getrennte Einheit ausgebildet, die zur Positionierung am Augapfel außerhalb der Sclera geeignet ist.

Durch diese Maßnahme wird der subretinal zu implantierende Teil des gesamten Retina-Implantats weiter verkleinert, da die Wandlereinrichtung Gleichrichter und Glättungskondensatoren aufweisen muß, die einen gewissen Platzbedarf besitzen und somit nicht unmittelbar mit dem Chip kombiniert werden können, ohne dessen Abmessungen merklich zu vergrößern.

Durch eine derartige Ausführung wird demnach der in den Augapfel subretinal einzuführende Teil des Implantats weiter verkleinert, so daß dieser Teil des Kunststoffkörpers als dünne Folie ausgebildet werden kann, in deren Ende der Chip integriert werden kann.

Der Kunststoffkörper weist in bevorzugter Weiterbildung der Erfindung einen ringförmigen Abschnitt mit einer zentralen Ausnehmung auf, an den sich ein flacher Fortsatz anschließt.

Auf diese Weise kann die Empfänger-Spule in besonders geeigneter Form in den ringförmigen Abschnitt des Kunststoffkörpers eingebracht werden, während der Chip am Ende des flachen Fortsatzes vorgesehen werden kann.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der ringförmige Abschnitt zur Umschließung des lateralen Augenmuskelansatzes dimensioniert.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß sich eine besonders günstige Anordnung und Positionierung der Empfänger-Spule auf dem Auge erreichen läßt. Bei der Implantation muß hierzu der Augenmuskel durchtrennt und anschließend wieder angenäht werden, was bei den heutigen Operationsmethoden jedoch keinerlei Problem darstellt.

Bei einer solchen Anordnung können die Erreger-Spulen zur Energieversorgung etwa seitlich im Bereich der Schläfen z.B. an einem Brillengestell angeordnet werden.

Die Wandlereinrichtung ist dagegen in bevorzugter Ausführung am Kunststoffkörper in einer an die Empfänger-Spule angrenzenden Position aufgenommen.

Dadurch wird die Wandlereinrichtung, die einen gewissen Platzbedarf aufweist, in besonders günstiger Weise positioniert. Gemäß einer weiteren Ausführung der Erfindung weist die Empfänger-Spule in den ringförmigen Abschnitt integrierte, vorzugsweise spiralförmig angeordnete Windungen auf.

Auf diese Weise kann die Empfänger-Spule in vorteilhafter Weise in den ringförmigen Abschnitt des Kunststoffkörpers integriert werden.

In zusätzlicher Weiterbildung dieser Ausführung ist der ringförmige Abschnitt in Umfangsrichtung in eine Mehrzahl von Abschnitten aufgeteilt, die durch Zwischenräume voneinander getrennt sind und elektrisch und mechanisch miteinander verbunden sind.

Durch diese Maßnahme wird die Flexibilität des ringförmigen Abschnitts verbessert, so daß sich der ringförmige Abschnitt des Kunststoffkörpers selbst dann, wenn dieser aus einem relativ zugsteifen Material besteht, gut an die gewölbte Oberfläche des Auges anlegen läßt.

Hierbei können die Abschnitte jeweils durch mindestens einen Steg in Radialrichtung miteinander verbunden sein oder aber die einzelnen Abschnitte Teile einer spiralförmig zusammenhängenden Spule sein.

Vorzugsweise weisen die einzelnen Abschnitte jedoch jeweils mehrere Windungen auf und sind durch Stege in Radialrichtung miteinander verbunden, über die auch die elektrische Verbindung zwischen benachbarten Windungen erfolgt. Auf diese Weise läßt sich eine besonders gute Flexibilität und Anpassung an die gewölbte Oberfläche eines Augapfels erreichen, wobei der ringförmige Abschnitt zunächst als planarer Körper hergestellt werden kann, der erst anschließend in die gewünschte gewölbte Form gebracht wird.

Gemäß einer weiteren Abwandlung kann der ringförmige Abschnitt des Kunststoffkörpers auch eine mäanderförmige Form aufweisen, um so eine größere Flexibilität zu erreichen.

Gemäß einer weiteren Ausführung der Erfindung sind zumindest zwischen der Wandlereinrichtung und einer zum Chip oder zur Empfänger-Spule führenden Zuleitung Mittel zur Zugentlastung vorgesehen.

Die Zugentlastung kann beispielsweise durch eine mäanderförmige Ausführung etwa im Bereich zwischen dem ringförmigen Abschnitt und dem flachen Fortsatz im Bereich der Aufnahme der Wandlereinrichtung oder in einem sich an die Wandlereinrichtung unmittelbar anschließenden Bereich erreicht werden.

Auf diese Weise wird die elektrische Verbindung zwischen Empfänger-Spule, Wandlereinrichtung und Chip gegen nachteilige Einflüsse geschützt, die sich aus der ständigen Bewegung des Augapfels ergeben können, so daß auch noch Jahre nach einer Implantation eine zuverlässige Spannungsversorgung des implantierten Chips sichergestellt ist.

Die Empfänger-Spule weist in bevorzugter Weiterbildung der Erfindung eine Windungszahl von etwa 50 bis 200 Windungen, vorzugsweise von etwa 100 Windungen auf.

Mit einer derartigen Windungszahl läßt sich eine geeignete Energieübertragung und eine ausreichende Spannung an der Empfänger-Spule gewährleisten.

Eine derartige Empfänger-Spule kann etwa in Kombination mit einer externen Sender-Spule mit einer Frequenz von 1 MHz betrieben werden, die etwa 1000 Windungen bei einem Durchmesser von etwa 50 mm aufweist und z.B. an einem Brillengestell befestigt werden kann.

In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung weist die Empfänger-Spule einen Außendurchmesser von etwa 12 bis 20 mm und einen Innendurchmesser an der Ausnehmung von etwa 8 bis 16 mm auf.

Mit einer derartigen Dimensionierung läßt sich eine vorteilhafte Anpassung an die anatomischen Gegebenheiten des menschlichen Auges gewährleisten.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der flache Fortsatz mit einer Mehrzahl von Perforationen versehen.

Diese können beispielsweise in einem Rastermaß von ca. 0,1 bis 1 mm angeordnet werden und einen Durchmesser im Bereich zwischen etwa 20 und 200 μ m aufweisen.

Hierdurch wird eine Diffusion von Nährstoffen und Sauerstoff zwischen Pigmentepithel und Retina ermöglicht, so daß nachteilige durch die Implantation eines undurchlässigen Teils bedingte Folgen vermieden werden. WO 00/67676 PCT/EP00/03962

10

Der Chip ist gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung in dem flachen Fortsatz eingebettet, wobei seine aktive Seite zur Zellstimulation freiliegend an der Oberfläche angeordnet ist.

Hierdurch ist sichergestellt, daß der Chip mit einem geeigneten Operationsverfahren durch eine Sclerainzision im Bereich des lateralen Augenmuskels von der Seite her in dem subretinalen Raum vorgeschoben werden kann.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist der flache Kunststoffkörper Laschen zur Befestigung am Augapfel auf.

Auf diese Weise wird ein sicherer Sitz in der gewünschten Position am Augapfel gewährleistet. Die Laschen können hierbei sowohl am ringförmigen Abschnitt als auch am flachen Fortsatz, vorzugsweise im Bereich der Aufnahme der Wandlereinrichtung, vorgesehen sein.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Wandlereinrichtung Mittel zur Signalverarbeitung eines mit elektromagnetischer Energie übertragenen Informationssignals, insbesondere zur Aufbereitung eines Referenzsignals für die Umgebungshelligkeit auf.

Auf diese Weise wird die ohnehin zur Energieankopplung notwendige elektromagnetische Energie gleichzeitig zur Übertragung von Informationssignalen genutzt, beispielsweise zur Übertragung eines Referenzsignals für die Umgebungshelligkeit, um eine Anpassung der Amplitude der Ausgangssignale des Chips bei WO 00/67676 PCT/EP00/03962

11

stark veränderlicher Umgebungshelligkeit zu gewährleisten. Auf diese Weise kann die Leistungsfähigkeit des implantierten Chips deutlich verbessert werden.

In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung wird der flache Kunststoffkörper auf einem Eilfssubstrat erzeugt, von dem er anschließend wieder abgelöst wird.

Auf diese Weise wird das Herstellungsverfahren deutlich vereinfacht.

Hierbei werden die Leiterbahnen vorzugsweise auf der Oberfläche durch Dünnschichtverfahren (Aufdampfen oder Sputtern) erzeugt und anschließend photolithographisch mikrostrukturiert.

Auf diese Weise kann durch die Verwendung bewährter Herstellverfahren eine hohe Präzision und Qualität gewährleistet werden.

Die Aufgabe der Erfindung wird ferner durch ein Verfahren zur Herstellung eines Retina-Implantats gelöst, mit einem Chip zur subretinalen Implantation, mit einer Empfänger-Spule zur induktiven Einkopplung von elektromagnetischer Energie, und mit einer Wandlereinrichtung zur Umwandlung einer in die Empfänger-Spule induzierten Wechselspannung in eine zur Stromversorgung des Chips geeignete Gleichspannung, das folgende Schritte aufweist:

 Herstellen eines flachen Kunststoffkörpers mit einem ringförmigen Abschnitt mit einer zentralen Ausnehmung, an den sich ein flacher Fortsatz anschließt,

- Aufbringen von metallischen Leiterbahnen in spiralförmiger Anordnung auf eine Oberfläche des ringförmigen Abschnitts des Kunststoffkörpers, um die Windungen der Empfänger-Spule zu erzeugen und um elektrische Verbindungsleitungen zwischen der Empfänger-Spule, der Wandlereinrichtung und dem Chip zu schaffen,
- Befestigen des Chips und der Wandlereinrichtung am Kunststoffkörper,
- Aufbringen einer Isolationsschicht über den metallischen Leiterbahnen.

Auf diese Weise läßt sich erfindungsgemäß ein Retina-Implantat herstellen, das einen dünnen folienartigen Fortsatz mit dem zu implantierenden Chip aufweist, die als eine zusammenhängende flache Einheit ausgebildet ist, auf besonders günstige Weise mit minimalen Komplikationen implantiert werden kann und außerdem eine hohe Beständigkeit über eine ausreichend lange Zeit aufweist.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird die Wandlereinrichtung am Kunststoffkörper durch Kleben, durch Bondieren mit den metallischen Leiterbahnen und/oder durch Umspritzen mit einer Kunststoffmasse befestigt.

Auf diese Weise läßt sich eine dauerhafte und Beständige Befestigung der Wandlereinrichtung am Kunststoffkörper erreichen und eine gute Abdichtung nach außen.

Gemäß weiteren Merkmalen der Erfindung werden der Kunststoffkörper und vorzugsweise auch die Isolationsschicht aus Polyimid, Polymethylmetacrylat (PMMA) oder Epoxydharz hergestellt. Gleichermaßen können diese Materialien zum Einbetten des Chips und/oder zum Umspritzen der Wandlereinrichtung verwendet werden.

Diese Materialien haben sich als besonders biologisch verträglich und beständig erwiesen, wobei Polyimid oder PMMA besonders bevorzugt sind.

Der Kunststoffkörper einschließlich der Isolationsschicht wird vorzugsweise mit einer Dicke von etwa 5 bis 15 Mikrometer, vorzugsweise von etwa 10 Mikrometer, erzeugt.

Auf diese Weise lassen sich sowohl die Empfänger-Spule als auch der der Chip und die notwendigen Zuleitungen in einem dünnen folienartigen Körper unterbringen, der gut zur Implantation geeignet ist.

Hierbei weisen die Leiterbahnen vorzugsweise eine Stärke von etwa 0,5 bis 2 Mikrometer, vorzugsweise von etwa 1 Mikrometer auf.

Eine solche Dimensionierung hat sich als ausreichend für eine zuverlässige elektrische Verbindung erwiesen.

Die Leiterbahnen werden vorzugsweise durch Aufdampfen bzw. Sputtern erzeugt, was eine günstige Herstellung erlaubt. Sie bestehen vorzugsweise aus Gold, Titan, Platin, Iridium, Aluminium oder Kupfer.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale der Erfindung nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

- Fig. 1 in perspektivischer Ansicht ein herauspräpariertes
 Auge mit eingeführtem Retina-Implantat;
- Fig. 2 ein Ansicht des Retina-Implantats in vergrößertem Maßstab in leicht abgewandelter Ausführung;
- Fig. 3 einen Schnitt durch den ringförmigen Bereich des Implantats längs der Linie III-III in vergrößerter Darstellung;
- Fig. 4 den ringförmigen Bereich gemäß Fig. 3 in gekrümmter Form unter Biegebeanspruchung;
- Fig. 5 einen Ausschnitt des ringförmigen Bereichs des Implantats in gegenüber Fig. 3 nochmals vergrößerter Darstellung und
- Fig. 6 einen schematisierten Querschnitt durch ein Auge mit eingeführtem Implantat.

In den Figuren 1 und 6 ist ein Augapfel, in den ein erfindungsgemäßes Implantat eingeführt ist, insgesamt mit 10 bezeichnet. Der Augapfel 10 weist an seiner Vorderseite eine Hornhaut (Cornea) 11 und im übrigen eine Lederhaut (Sclera) 12 auf. Der Limbus corneae, d.h. der Rand der Hornhaut 11, ist in Fig. 1 mit 16 bezeichnet. Ferner sind in Fig. 1 die seitlichen Augenmuskeln 14, 15 erkennbar.

Vorne am Augapfel 10 wurde der laterale Augenmuskel 13 mittels eine Schnittes durchgetrennt. Ein erfindungsgemäßes Retina-Implantat, das insgesamt mit 30 bezeichnet ist, besitzt einen ringförmigen Abschnitt 32 und einen sich daran anschließenden flachen Fortsatz 33 an dessen äußeren Ende, wie aus Fig. 2 näher zu ersehen ist, ein Chip 36 zur subretinalen Implantation vorgesehen ist. In Fig. 1 ist erkennbar, wie das Retina-Implantat mit seinem ringförmigen Abschnitt 32 um den lateralen Augenmuskel 13 herumgelegt wurde und mit seinem flachen Fortsatz 33 durch eine Sclerainzision 20 in den subretinalen Raum eingeschoben wurde.

Aufbau und Herstellung des Retina-Implantats wird nachfolgend anhand der Fig. 2 bis 5 näher beschrieben.

In Fig. 2 ist das Retina-Implantat in der Aufsicht vergrößert dargestellt. Hierbei ist in Abwandlung zu der Ausführung gemäß Fig. 1 noch eine Zugentlastung vorgesehen, wie nachfolgend noch erläutert wird.

Das Retina-Implantat 30 umfaßt eine Empfänger-Spule 37 zur Aufnahme von extern eingestrahlter elektromagnetischer Energie (HF-Energie), eine Wandlereinrichtung 35, um die in der Empfänger-Spule 37 induzierte Wechselspannung gleichzurichten und zu glätten und ggf. auf eine voreingestellte Spannung zu stabilisieren, sowie den Chip 36 zur subretinalen Implantation.

WO 00/67676 PCT/EP00/03962

16

Die Wandlereinrichtung 35, die wegen der notwendigen Glättungskondensatoren einen gewissen Platzbedarf hat, ist als vom Chip
36 räumlich getrennte Einheit ausgebildet, die an den ringförmigen Bereich 32 angrenzend am Beginn des flachen Fortsatzes
33 angeordnet ist. Die Wandlereinrichtung 35 besteht z.B. aus
Gleichrichtern, Glättungskondensatoren bzw. wiederaufladbaren
Dünnfilmbatterien und einem Spannungsstabilisator. Zusätzlich
kann sie Komponenten zum Dekodieren und zur Verarbeitung von
mit der elektromagnetischen Energie übertragenen Informationssignalen, etwa von Referenzsignalen für die Umgebungshelligkeit, aufweisen.

Das Retina-Implantat weist einen flachen, vorzugsweise aus Polyimid bestehenden Kunststoffkörper 31 auf, in dem die verschiedenen Komponenten aufgenommen sind, bzw. an dem diese Komponenten befestigt sind. Im ringförmigen Bereich 32 des Kunststoffkörpers 31 ist eine zentrale Ausnehmung 34 mit einem Durchmesser d, von etwa 8 bis 16 mm vorgsehen. Der Außendurchmesser d, des ringförmigen Abschnitts beträgt etwa 12 bis 20 mm. Im ringförmigen Abschnitt 32 ist die Empfänger-Spule 37 aufgenommen, deren Windungen beispielhaft mit 38 in Fig. 2 angedeutet sind. Die Enden der Empfänger-Spule 37 sind über eine Zugentlastung 40, die wie aus Fig. 2 ersichtlich aus einer zickzackförmigen oder mäanderförmig gewundenen Zunge bestehen ' kann, mit der Wandlereinrichtung 35 verbunden. Die Wandlereinrichtung 35 ist über Verbindungsleitungen 41 mit dem Chip 36 verbunden, der am äußeren Ende des flachen Fortsatzes 33 in den Kunststoffkörper 31 eingebettet ist, wobei seine aktive Oberfläche, die zur Stimulation von Zellen dient, natürlich freiliegt. Um eine Befestigung des Implantats 30 am Augapfel 10 in seiner endgültigen Position zu erleichtern, sind am ringförmigen Abschnitt 32 und am flachen Fortsatz 33 Laschen 49 bzw. 50 vorgesehen. Wie aus Fig. 2 ferner ersichtlich ist, weist der flache Fortsatz 33 in seinem Bereich, der zum späteren Einschieben in den subretinalen Raum bestimmt ist, eine Vielzahl von Perforationen 52 auf, die beispielsweise in einem Rastermaß von etwa 0,1 bis 1 mm angeordnet sein können und einen Durchmesser etwa im Bereich zwischen 20 und 200 μm aufweisen können. Auf diese Weise wird eine Diffusion von Nährstoffen und Sauerstoff zwischen Pigmentepithel und Retina ermöglicht, um so nachteilige Einflüsse des aus isolierendem Material bestehenden Implantats zu vermeiden.

Der ringförmige Abschnitt 33, in dem die Empfänger-Spule 37 ausgebildet ist, ist vorzugsweise, wie aus den Figuren 3 und 4 ersichtlich, in Umfangsrichtung in eine Mehrzahl von koaxial zueinander angeordneten ringförmigen Abschnitten 51 aufgeteilt, die durch Zwischenräume 42 voneinander getrennt sind und die durch Radialstege 43 mechanisch und elektrisch miteinander verbunden sind.

Jeder dieser Abschnitte 51 enthält eine Mehrzahl von Windungen 38 und besitzt z.B. eine Breite in der Größenordnung von etwa 0,5 mm, während die Gesamtbreite etwa im Bereich zwischen 3 und 4 mm liegt.

In Fig. 3 ist beispielhaft ein einziger Radialsteg 43 zwischen den beiden äußeren Abschnitten 51 erkennbar, über den die beiden benachbarten Abschnitte 51 mechanisch zusammenhängen und über den auch die elektrische Verbindung zwischen den benachbarten Windungen 38 erfolgt. Die Verbindung zu den weiter innen liegenden Abschnitten 51 erfolgt gleichfalls über Radialstege

43, die vorzugsweise winkelmäßig versetzt an anderen Stellen des ringförmigen Abschnittes angeordnet sind, um so eine maximale Flexibilität der Empfängerspule 37 zu erreichen, da der Kunststoffkörper 31, wie nachfolgend noch erläutert wird, als ebener Körper erzeugt wird, sich jedoch das Kunststoffmaterial möglichst ohne Wellen und Falten an die Oberfläche des gewölbten Augapfels anlegen soll. Zusätzlich ist es möglich, diese isolierten Abschnitte 51 nach der vollständigen Herstellung des Kunststoffkörpers in eine sphärische Form zu bringen, die der Wölbung des Augapfels angepaßt ist und zum Beispiel durch Vergießen mit Silikon in dieser gewölbten Form zu fixieren, so daß die Handhabung bei der späteren Implantation vereinfacht wird.

Das Retina-Implantat kann beispielsweise folgendermaßen hergestellt werden:

Zunächst wird eine dünne Kunststoffschicht 44 gemäß Fig. 5, die z.B. aus Polyimid, PMMA oder Epoxydharz bestehen kann, auf ein planares Hilfssubstrat 53 wie z.B. einen Glas-, Silizium- oder Keramikwafer laminiert bzw. aufgespinnt. Bei dem Hilfssubstrat 53 kann es sich beispielsweise auch um eine Metallfolie handeln.

Nach der Erzeugung dieser dünnen Kunststoffschicht oder Folie 44 auf der Oberfläche des Hilfssubstrats 53 werden metallische Leiterbahnen 45 auf der Oberfläche der Folie 44 erzeugt. Hierzu wird das Metall, z.B. Gold, Titan, Platin, Iridium, Aluminium oder Kupfer auf die Oberfläche aufgedampft bzw. gesputtert. Hieraus werden dann sämtliche metallischen Leiterbahnen 45, also die Windungen 38 der Empfänger-Spule 37, Verbindungen zwischen den einzelnen Abschnitten 51 der Empfänger-Spule 37,

zur Wandlereinrichtung 35 über die Zugentlastung 40 führende Anschlußleitungen sowie Verbindungsleitungen 41 von der Wandlereinrichtung 35 zum Chip 36 durch eine anschließende photolithographische Mikrostrukturierung erzeugt. Eine vom inneren Ende der Empfängerspule 37 nach außen verlaufende Brücke 39 muß in der Regel gesondert angeschlossen werden. Der Chip 36 und die Wandlereinrichtung 35 werden mit der Oberfläche 47 der Folie 44 z.B. durch leitfähiges Kleben oder Bonden befestigt und eine Isolationsschicht zur vollständigen Isolation der Leiterbahnen 45 aufgebracht, die aus dem gleichen Kunststoff wie der zunächst auf das Hilfssubstrat 53 aufgebrachte Kunststoff, also etwa aus Polyimid oder PMMA, bestehen kann.

Der so gebildete Körper wird anschließend wieder von dem Hilfssubstrat 53 abgelöst. Je nach den geometrischen Verhältnissen werden Chip 36 und die Wandlereinrichtung 35 auch erst nach Aufbringen der Isolationsschicht 46 auf die Folie 44 am Kunststoffkörper 31 durch leitfähiges Kleben oder Bonden befestigt.

Auch die Zwischenräume 42 zwischen benachbarten Abschnitten 51 der Empfängerspule 37 und die mäanderförmig ausgebildete Zugentlastung 40 können im Rahmen der photolithographischen Mikrostrukturierung erzeugt werden.

Dagegen werden die Perforationen 52 im flachen Fortsatz 33 vor- vaugsweise anschließend zum Beispiel durch Laserbohren erzeugt.

Die einzelnen Abschnitte 51 der Empfängerspule 37 können zusätzlich zum Beispiel mittels Silikon in eine sphärische Form vergossen werden, die der Wölbung eines Augapfels angepaßt ist. Die metallischen Leiterbahnen weisen eine Stärke x von etwa 0,5 bis 2 Mikrometer, vorzugsweise von etwa 1 Mikrometer auf.

Nach dem Aufbringen der Isolationsschicht 46 weist die Empfänger-Spule 37 zusammen mit der Folie 44 eine Gesamtdicke y von etwa 10 Mikrometer auf.

Das Retina-Implantat 30 kann etwa auf folgende Weise implantiert werden:

Nach Eröffnung der Bindehaut am Rande der Hornhaut 11 am schläfenwärtigen Teil des Augapfels 10 wird ein Zügelfaden angelegt und das Auge nach innen gerollt. Die Bindehaut wird anschließend zur Seite geschoben, ggf. als Lappen. Am Ansatz des geraden lateralen Augenmuskels 13 wird ein Haltefaden in den Muskelansatz eingebracht und der Muskel dann durchtrennt und samt Haltefaden zur Seite geklappt. Etwas oberhalb oder, wie in Fig. 1 gezeigt, etwas unterhalb des Augenmuskels 13 wird dann in die Sclera etwas unterhalb des lateralen Augenmuskels 13 eine Sclerainzision 20 eingebracht und ein kleiner viereckiger Lappen 21 fensterflügelförmig aufgeschnitten und nach unten aufgeklappt.

Durch die beiden Ecken des Lappens 21 werden Haltefäden gelegt und dann der Lappen nach hinten weggeklappt, wie in Fig. 1 zu sehen. Unter Einsatz von blutstillenden Mitteln werden die unter der Sclera 12 liegende Aderhaut 22 und Pigmentepithel schlitzförmig eröffnet (vgl. Fig. 6), ohne die Retina 19 selbst zu perforieren. Ggf. unter Sicht mit einer Faseroptik wird das Ende des den Chip 36 tragenden Fortsatzes 33 in den Aderhautschlitz eingeschoben und bis in den subretinalen Raum vorge-

WO 00/67676 PCT/EP00/03962

21

schoben, bis sich der Fortsatz zu etwa 4/5 innerhalb des Auges 10 befindet und das Ende mit dem Chip 36 die endgültige Position erreicht hat. Ggf. kann vorher mit einem flexiblen, dem Fortsatz des Retina-Implantats 30 ähnelnden Plastikspatel der Kanal dadurch freigelegt werden, daß die Retina 19 etwas vom Pigmentepithel abgetrennt wird.

Hat das Ende, das den Chip 36 trägt, seine endgültige Position im Bereich der Macula erreicht, wird sie in dieser Position an der Sclera außen dadurch befestigt, daß sie mit zwei Kunststoff-Fäden, die durch kleine Perforationslöcher an den Laschen 50 am Fortsatz 33 gezogen werden, mit Einzelknoten an der Sclera befestigt werden. Der ringförmige Abschnitt 32 mit der Empfänger-Spule 37 wird in ähnlicher Weise mit zwei weiteren Einzelknopfnähten, die durch Perforationen an den Laschen 49 an der dem Fortsatz 33 gegenüberliegende Seite der Empfänger-Spule 37 gezogen werden, befestigt. Die Empfänger-Spule 37 wird so gelegt, daß sich die augapfelseitige Wurzel des lateralen geraden Augenmuskels 13 innerhalb der Ausnehmung 34 des ringförmigen Abschnitts 32 befindet.

Anschließend wird der fensterartige Lappen 21 der Sclera 11 an seinen beiden Ecken mit zwei weiteren Einzelknopfnähten geschlossen. Danach wird der laterale gerade Augenmuskel 13 mit Hilfe des Haltefadens wieder nach vorne gezogen und über den ringfömigen Breich 32 hinweg an seiner ursprünglichen Wurzel mit Muskelnähten befestigt. Dann wird mit einigen wenigen Einzelknopfnähten die Bindehaut wieder angeheftet und der Zügelfaden entfernt. Nachdem die Position des Chips und die

Verhältnisse am Augengrund mit Hilfe der direkten und indirekten Ophtalmosopie geprüft worden sind, wird zuletzt ein Salbenverband aufgelegt.

Patentansprüche

- 1. Retina-Implantat mit einem Chip (36) zur subretinalen Implantantion, mit einer Empfänger-Spule (37) zur induktiven Einkopplung von elektromagnetischer Energie, die mit einer Wandlereinrichtung (35) zur Umwandlung einer in der Empfänger-Spule (37) induzierten Wechselspannung in eine zur Stromversorgung des Chips (36) geeignete Gleichspannung gekoppelt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfänger-Spule (37) zur Aufnahme und Positionierung außerhalb der Sclera (12) auf dem Augapfel (10) ausgebildet ist.
- 2. Retina-Implantat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfänger-Spule (37), der Chip (36), sowie zum Chip (36) führende Zuleitungen (41) in einem flachen 'Kunststoffkörper (31) aufgenommen sind.
- 3. Retina-Implantat nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandlereinrichtung (35) als vom Chip
 (36) getrennte Einheit ausgebildet ist, die zur Positionierung am Augapfel (10) außerhalb der Sclera (12) geeignet ist.
- 4. Retina-Implantat nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoffkörper (31) einen ringförmigen Abschnitt (32) mit einer zentralen Ausnehmung (34) aufweist, an den sich ein flacher Fortsatz (33) anschließt.

- 5. Retina-Implantat nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der ringförmige Abschnitt (32) zur Umschließung des lateralen geraden Augenmuskelansatzes (13) dimensioniert ist.
- 6. Retina-Implantat nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandlereinrichtung (35) am Kunststoffkörper (31) in einer an die Empfänger-Spule (37) angrenzenden Position aufgenommen ist.
- 7. Retina-Implantat nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfänger-Spule (37) in den ring-förmigen Abschnitt (32) integrierte, vorzugsweise spiralförmig angeordnete Windungen (38) aufweist.
- 8. Retina-Implantat nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der ringförmige Abschnitt (32) in Umfangsrichtung in eine Mehrzahl von Abschnitten (51) aufgeteilt ist, die durch Zwischenräume (42) voneinander getrennt sind und elektrisch und mechanisch miteinander verbunden sind.
- 9. Retina-Implantat nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte (51) jeweils durch mindestens einen Steg (51) in Radialrichtung miteinander verbunden sind.
- 10. Retina-Implantat nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte spiralförmig zusammenhängen.

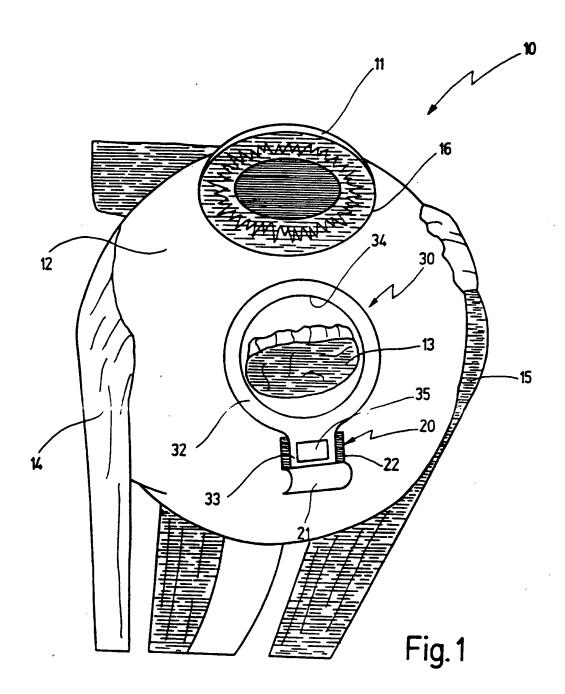
- 11. Retina-Implantat nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte (51) zu einem
 wölbungsmäßig an die Oberfläche eines Augapfels (10) angepaßten annähernd sphärischen Körper vergossen sind.
- 12. Retina-Implantat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwischen der Wandlereinrichtung (35) und einer zum Chip (36) oder zur Empfänger-Spule (37) führenden Zuleitung (41) Mittel zur Zugentlastung (40) vorgesehen sind.
- 13. Retina-Implantat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfänger-Spule (37) eine Windungszahl von etwa 50 bis 200 Windungen, vorzugsweise von etwa 100 Windungen aufweist.
- 14. Retina-Implantat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfänger-Spule (37) einen Außendurchmesser (d_2) von etwa 12 bis 20 mm und einen Innendurchmesser (d_1) an der Ausnehmung (34) von etwa 8 bis 16 mm aufweist.
- 15. Retina-Implantat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der flache Fortsatz (33) mit einer Mehrzahl von Perforationen (52) versehen ist.
- 16. Retina-Implantat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Chip (36) in dem flachen Fortsatz (33) eingebettet ist, wobei seine aktive Seite zur Zellstimulation freiliegend an der Oberfläche angeordnet ist.

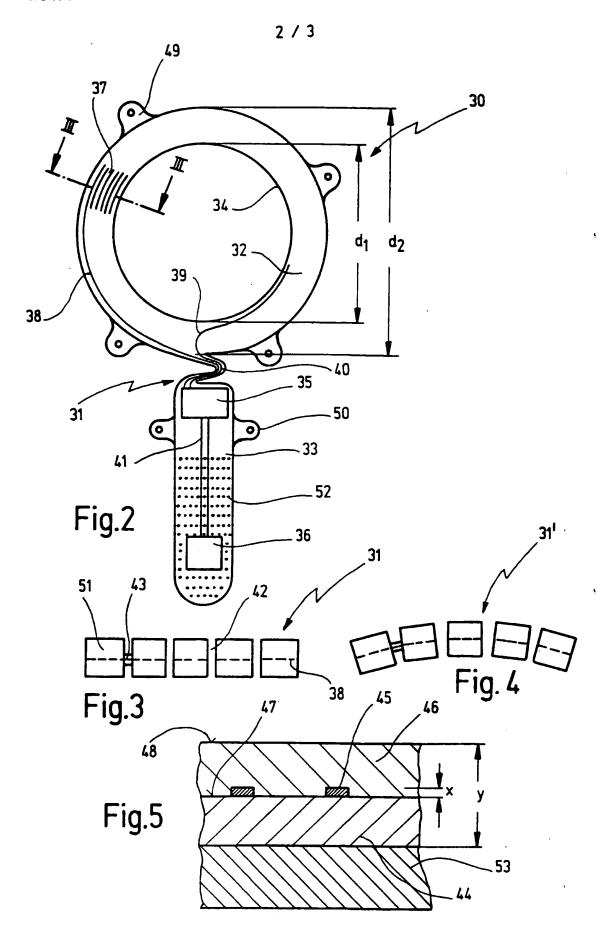
- 17. Retina-Implantat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der flache Kunststoffkörper (31) Laschen (49, 50) zur Befestigung am Augapfel (10) aufweist.
- 18. Retina-Implantat nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandlereinrichtung (35) Mittel zur Signalverarbeitung eines mit der elektromagnetischen Energie übertragenen Informationssignals, insbesondere zur Aufbereitung eines Referenzsignals für die Umgebungshelligkeit, aufweist.
- 19. Verfahren zur Herstellung eines Retina-Implantats (30), mit einem Chip (36) zur subretinalen Implantantion, mit einer Empfänger-Spule (37) zur induktiven Einkopplung von elektromagnetischer Energie, und mit einer Wandlereinrichtung (35) zur Umwandlung einer in der Empfänger-Spule (37) induzierten Wechselspannung in eine zur Stromversorgung des Chips (36) geeignete Gleichspannung, das folgende Schritte aufweist:
 - Herstellen eines flachen Kunststoffkörpers (31) mit einem ringförmigen Abschnitt (32) mit einer zentralen Ausnehmung (34), an den sich ein flacher Fortsatz (33) anschließt,
 - Aufbringen von metallischen Leiterbahnen (45) in spiralförmiger Anordnung auf eine Oberfläche (47) des ringförmigen Abschnitts (32) des Kunststoffkörpers (31), um die Windungen (38) der Empfänger-Spule (37) zu erzeugen und um elektrische

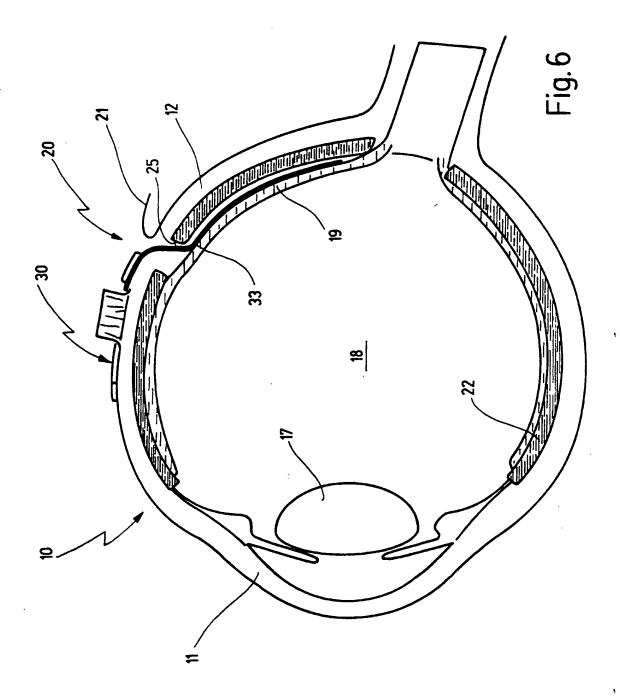
Verbindungsleitungen (41) zwischen der Empfänger-Spule (37), der Wandlereinrichtung (35) und dem Chip (36) zu schaffen,

- Befestigen des Chips (36) und der Wandlereinheit (35) am Kunststoffkörper (31),
- Aufbringen einer Isolationsschicht (46) über den metallischen Leiterbahnen (45).
- 20. Verfahren nach Anspruch 19, bei dem der flache Kunststoffkörper (31) auf einem Hilfssubstrat (53) erzeugt wird, von dem er anschließend wieder abgelöst wird.
- 21. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem die Leiterbahnen (45) auf der Oberfläche (47) durch ein Dünnschichtverfahren erzeugt werden und anschließend photolithographisch mikrostrukturiert werden.
- 22. Verfahren nach Anspruch 19, 20 oder 21, bei dem die Wandlereinrichtung (35) am Kunststoffkörper (31) durch Kleben, durch Bondieren mit den metallischen Leiterbahnen (45) und/oder durch Umspritzen mit einer Kunststoffmasse befestigt wird.
- 23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22, bei dem der ringförmige Abschnitt (32) in Umfangsrichtung in eine Mehrzahl von Abschnitten (51) aufgeteilt wird, die durch Zwischenräume (42) voneinander getrennt sind.

- 24. Verfahren nach Anspruch 23, bei dem die Abschnitte (51) zu 'einem wölbungsmäßig an die Oberfläche eines Augapfels (10) angepaßter annähernd kugelkalottenförmigen Körper vergossen werden.
- 25. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 24, bei dem der Kunststoffkörper (31) aus Polyimid, Polymethylmethacrylat (PMMA) oder Epoxyharz hergestellt wird.
- 26. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 25, bei dem der Kunststoffkörper (31) einschließlich der Isolationsschicht (46) mit einer Dicke von etwa 5 bis 15 Mikrometer, vorzugsweise von etwa 10 Mikrometer erzeugt wird.
- 27. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 26, bei dem die 'metallischen Leiterbahnen (45) mit einer Stärke (X) von etwa 0,5 bis 2 Mikrometer, vorzugsweise von etwa 1 Mikrometer erzeugt werden.
- 28. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 27, bei dem der flache Kunststoffkörper (31) im Bereich seines flachen Fortsatzes (33) mit Perforationen (52) versehen wird.







INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte onal Application No PCT/EP 00/03962

		[PCT/EP 00,	/03962
A. CLASSII IPC 7	FICATION OF SUBJECT MATTER A61F2/14			
According to	International Patent Classification (IPC) or to both national classific	ation and IPC		
B. FIELDS				
Minimum do IPC 7	cumentation searched (classification system followed by classificati A61F A61N	on symbols)		
	ion searched other than minimum documentation to the extent that state as a search of the extent that state as a search (name of data base consulted during the international search (name of data base			
EPO-In		se alu, wilay piacucai,	, search terms used,	
C. DOCUME	ENT'S CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the rel	evant passages		Relevant to claim No.
Ρ,Χ	US 5 935 155 A (DE JUAN JR EUGENE 10 August 1999 (1999-08-10) figures 5,6	,		1
A	column 7, line 25 -column 8, line	2		2-28
A	US 5 147 284 A (ARNAUTOV LEONID N 15 September 1992 (1992-09-15)	I ET AL)		1-28
	figures 1-7 column 3, line 34 -column 4, line claims 1-7	22		
A	US 2 760 483 A (TASSICKER GRAHAM) 28 August 1956 (1956-08-28) the whole document)		1-28
		-/ 		
X Furth	er documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family r	members are listed i	n annex.
A docume	egories of cited documents : nt defining the general state of the art which is not ared to be of particular relevance		lished after the linter I not in conflict with t I the principle or the	the application but
'E' earlier de filing da	ocument but published on or after the international ate		red novel or cannot	be considered to
which is citation	nt which may throw doubts on priority claim(s) or s cited to establish the publication date of another or other special reason (as specified) nt referring to an oral disclosure, use, exhibition or	"Y" document of particu cannot be consider	lar relevance; the cl red to involve an inv	cument is taken alone aimed invention rentive step when the re other such docu-
other m	neans nt published prior to the international filing date but		ination being obviou	s to a person skilled
Date of the a	ctual completion of the international search	Date of mailing of t	he international sea	rch report
11	September 2000	19/09/20	000	·
Name and m	ailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tei. (+31-70) 340–2040, Tx. 31 651 epo ni,	Authorized officer Mary, C		
	Fax: (+31-70) 340-3016	1,5,0		

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter nal Application No PCT/EP 00/03962

	L	
C.(Continu	ation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	TRIEU H K ET AL: "FLEXIBLE SILICON STRUCTURES FOR A RETINA IMPLANT" IEEE WORKSHOP ON MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEMS,US,NEW YORK, NY: IEEE, 25 January 1998 (1998-01-25), pages 515-519, XP000829215 ISBN: 0-7803-4413-8 the whole document	1-28
A	JESINGER R A ET AL: "FLEXIBLE ELECTRODE ARRAY FOR RETINAL STIMULATION" PROCEEDINGS OF THE ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY, US, NEW YORK, IEEE, vol. CONF. 14, 29 October 1992 (1992-10-29), page 2393 XP000346990 the whole document	1-28
A	ROUSH W: "ENVISIONING AN ARTIFICIAL RETINA" SCIENCE,US,AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE,, vol. 268, no. 5211, 5 May 1995 (1995-05-05), pages 637-638, XP000541767 ISSN: 0036-8075 the whole document	1-28

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Inter .nal Application No PCT/EP 00/03962

Patent document cited in search report	rt	Publication date		atent family member(s)	Publication date
US 5935155	Α	10-08-1999	AU WO	3077099 A 9945870 A	27-09-1999 16-09-1999
US 5147284	Α	15-09-1992	SU CN WO	1799577 A 1049458 A 9102501 A	07-03-1993 27-02-1991 07-03-1991
US 2760483	Α	28-08-1956	NONE		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter nates Aktenzeichen PCT/EP 00/03962

			EGENSTAN	
PK	A61F2			

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 A61F A61N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

Kategorie®	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,X	US 5 935 155 A (DE JUAN JR EUGENE ET AL) 10. August 1999 (1999-08-10) Abbildungen 5,6	1
A	Spalte 7, Zeile 25 -Spalte 8, Zeile 2	2-28
``		
A	US 5 147 284 A (ARNAUTOV LEONID N ET AL) 15. September 1992 (1992-09-15) Abbildungen 1-7 Spalte 3, Zeile 34 -Spalte 4, Zeile 22 Ansprüche 1-7	1-28
A	US 2 760 483 A (TASSICKER GRAHAM) 28. August 1956 (1956-08-28) das ganze Dokument 	1-28
	-/	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	X Siehe Anhang Patentfamilie
Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen: 'A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist 'E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist 'L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) 'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht 'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prloritätsdatum veröffentlicht worden ist	*T* Spåtere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeidedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeidung nicht kollidiert, sondem nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann altein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
11. September 2000	19/09/2000
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Bevolimächtigter Bediensteter Mary, C

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte onales Aktenzeichen
PCT/EP 00/03962

	101/21	00/03962
C.(Fortset	ung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN	
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	TRIEU H K ET AL: "FLEXIBLE SILICON STRUCTURES FOR A RETINA IMPLANT" IEEE WORKSHOP ON MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEMS,US,NEW YORK, NY: IEEE, 25. Januar 1998 (1998-01-25), Seiten 515-519, XP000829215 ISBN: 0-7803-4413-8 das ganze Dokument	1-28
A	JESINGER R A ET AL: "FLEXIBLE ELECTRODE ARRAY FOR RETINAL STIMULATION" PROCEEDINGS OF THE ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY, US, NEW YORK, IEEE, Bd. CONF. 14, 29. Oktober 1992 (1992-10-29), Seite 2393 XP000346990 das ganze Dokument	1-28
A	ROUSH W: "ENVISIONING AN ARTIFICIAL RETINA" SCIENCE,US,AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE,, Bd. 268, Nr. 5211, 5. Mai 1995 (1995-05-05), Seiten 637-638, XP000541767 ISSN: 0036-8075 das ganze Dokument	1-28

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inter nales Aktenzeichen
PCT/EP 00/03962

im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5935155 A	10-08-1999	AU 3077099 A WO 9945870 A	27-09-1999 16-09-1999
US 5147284 A	15-09-1992	SU 1799577 A CN 1049458 A WO 9102501 A	07-03-1993 27-02-1991 07-03-1991
US 2760483 A	28-08-1956	KEINE	